

тиями упражнялся, чтобы постоянно поддерживать в себе духовную и творческую активность.

...Я лично глубоко верю, что математические и физические истины, вернее, геометрические и арифметические феномены, должны объединиться и войти в основу единой Космологии, на пороге которой мы стоим. Некоторые называют её «Новая наука», но более подходящим термином было бы, вероятно, «Единая наука», так как основу нашего Космоса составляют единые законы. (Никола Тесла)

Электромагнитная теория Теслы явилась наглядным примером объединения материального и духовного начал мироустройства. Он практически делал столь много, что не успел оставить нам целостной теории. Возможно, он мог оставить нам религию, но он этого не хотел, ибо знал, что Бог в науке нуждается в сознательных последователях.

Резерфорд называл Тесла «вдохновенным, пророком электричества». Это он предсказал возможность лечения больных током высокой частоты, появление электропечей, люминесцентных ламп, электронного микроскопа. Это его именем названа единица измерения магнитного поля. Это он придумал и создал генератор переменного тока. Вспомните об этом, включая в розетку чайник или компьютер. Сегодняшняя система электроснабжения неотделима от имени Тесла. Изобретателем беспроводной связи и передачи энергии считается Маркони, но на самом деле это был Тесла...

Ему удалось добиться в этой области выдающихся достижений. Так, он экспериментально передавал такое количество энергии на расстояние 40 км, что ее было достаточно, чтобы зажечь 200 лампочек! Незадолго до смерти Тесла объявил, что он изобрел «лучи смерти», в которых на расстояние 400 км передается такое количество

энергии, что можно уничтожить 10000 самолетов или миллионную армию. Эту тайну он унес с собой в могилу.

В 1931 г. Тесла продемонстрировал публике удивительный электромобиль. Из обычной автомашины извлекли бензиновый двигатель и установили электромотор. Потом Тесла на глазах у публики поместил под капот невзрачную коробочку, из которой торчали два стерженька, которые ученый подключил к двигателю. Сказав: «Теперь мы имеем энергию», Тесла сел на место водителя, нажал на педаль, и автомобиль поехал. Эта машина, приводимая в движение мотором переменного тока, развивала скорость до 150 км/ч, а главное, не требовала подзарядки. По крайней мере в течение той недели, когда ее испытывали. Газеты того времени трубили об этом удивительном испытании. Все спрашивали Тесла: «Откуда берется энергия?» Он отвечал: «Из эфира вокруг всех нас».

Открытия Николы Тесла легли в основу современной электротехники. Он создал первые образцы генератора двухфазного переменного тока и высокочастотного трансформатора. Его работы по беспроводной передаче сигналов на расстояние оказали большое влияние на развитие радиотехники; он сконструировал ряд радиоуправляемых самоходных механизмов, названных им «телеавтоматами», разработал принцип радиолокации. За свою жизнь Н. Тесла сделал около 1000 различных изобретений и открытий, получил почти 800 патентов на изобретения в различных областях техники (электрический счетчик, частотомер, ряд усовершенствований в радиоаппаратуре, паровых турбинах и др.)

<http://obretenie.narod.ru/>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЗРЫВОМАГНИТНЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ, ОБРАБОТКИ И ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ

В.Г. Барышевский, Институт ядерных проблем

Введение

Для исследования физических процессов и свойств веществ при высоких плотностях энергии создаются импульсные установки, способные создавать мегабарные давления, температуры более миллиона градусов и мегагауссные магнит-

ные поля. Например, в настоящее время в Лос-Аламосской национальной лаборатории (США) строится установка АТЛАС с энергией примерно 25 МДж, в лаборатории SANDIA (США) планируется создание установки X-1 с энергией 100 МДж. В России создается установка «Бай-

кал», основанная на 900 МДж индуктивном накопителе энергии. Создание таких установок требует больших затрат средств и времени, что оказывается под силу только очень крупным государствам. Следует, однако, отметить, что уже несколько десятков лет для этих целей разрабатываются и все более широко применяются магнитокумулятивные генераторы (МКГ), часто называемые также взрывомагнитными генераторами (ВМГ), — устройства, которые преобразуют энергию взрыва в электрические токи и напряжения (см., например, [1–5]). Бесспорным преимуществом обычных стационарных установок является возможность проведения большого количества экспериментов. Преимуществом же ВМГ является возможность получения высоких энергий без больших затрат средств и времени на капитальное строительство. Кроме того, при быстром научном прогрессе стационарные установки морально устаревают и через 10–15 лет обычно требуется строительство новой установки. С ВМГ эти проблемы решаются намного дешевле и быстрее.

Общеизвестно, что развитие современной техники в настоящее время требует создания различных материалов, способных работать в самых разнообразных экстремальных условиях, например: при высоких температурах и давлениях, при наличии высоковольтных импульсных перенапряжений и т.п.

По этой причине в последние десять лет в НИИ ядерных проблем БГУ ведутся исследования по разработке и созданию МКГ с целью использования при проведении следующих работ:

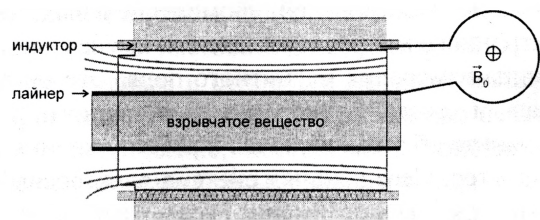
1. Измерения динамических характеристик материалов (динамической прочности, динамической вязкости).
2. Создание установок для получения высоких давлений (до десятков мегабар) на объектах сантиметровых размеров.
3. Создание мощных источников проникающих излучений для различных целей.
4. Получение мегаджоульных количеств мягкого рентгеновского излучения.
5. Работы по термоядерному синтезу на основе магнитного обжатия ДТ-плазмы.

На данном этапе основной целью проводимых работ является создание в республике генераторов мощных импульсов токов и напряжений, применимых для испытания стойкости линий электропередач к воздействию молниевых ударов, а также для создания мощных источников рентгеновского и гамма излучения.

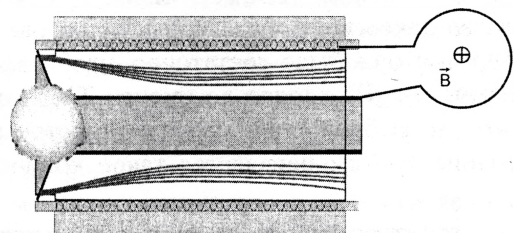
В проведенных в период с 1997 по 2007 г. исследованиях были разработаны основы теории генерации токов и напряжений в рамках квазистационарной теории МКГ с сосредоточенными параметрами. Была разработана электродинамическая теория возбуждения токов и напряжений в проводящих оболочках, разлетающихся под действием взрыва, с учетом изменения уравнений состояния при переходе оболочки из твердого состояния в жидкое, а затем в плазму. Были развиты современные методы численного моделирования быстротекущих электромагнитных процессов, возбуждаемых взрывом. На этой основе были созданы макеты МКГ и получены экспериментальные данные для создания МКГ, соответствующих мировому уровню.

1 Принцип работы спирального магнитокумулятивного генератора

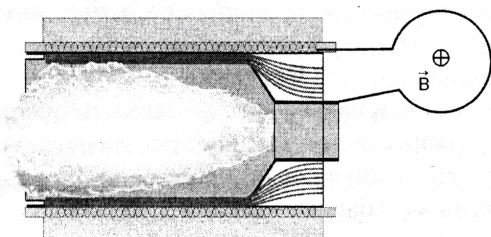
Внешний источник питания создает ток в цепи индуктор-лайнер, что приводит к появлению в системе начального магнитного поля \vec{B}_0 .



После инициирования взрывчатки, взрывная волна расширяет лайнер и он замыкает обмотку индуктора.



Лайнер расширяется, сжимая магнитное поле. Уменьшение объема, занятого полем, при движении проводника вызывает быстрый рост магнитной индукции поля и соответствующий рост индуцированного им тока в сжимающемся контуре.



2 Теоретическое описание МКГ

Теоретическое описание работы МКГ как правило основывается на использовании уравнения следующего вида:

$$\frac{d(Li)}{dt} + Ri = 0, \quad (1)$$

где коэффициент R играет роль сопротивления, учитывающего все типы потерь, в частности, резистивные, потери магнитного потока в процессе его сжатия расширяющимся лайнером и т.д. Расчет омического сопротивления проводится с учетом скин-эффекта и спирального течения зеркального тока по лайнеру.

Решение уравнения (1) имеет вид

$$i(t) = \frac{L(0)}{L(t)} i(0) \exp\left\{-\int_0^t \frac{R(t)}{L(t)} dt\right\}, \quad (2)$$

где коэффициент компрессии

$$\lambda = \left\{-\int_0^t \frac{R(t)}{L(t)} dt\right\} \quad (3)$$

описывает потери магнитного потока. Эти соотношения позволяют получить для связи конечной энергии E_f контура с начальной E_0

$$E_f = \frac{L(t_f)I(t_f)^2}{2} = \lambda^2 \frac{L_0}{L(t_f)} \frac{L_0 I_0^2}{2} = \lambda^2 \frac{L_0}{L(t_f)} E_0. \quad (4)$$

При качественном описании потерь, зависимость $R(t)$, описывающая суммарные потери магнитного потока, может быть параметризована произвольно. В простейшем случае можно выбрать параметризацию постоянным коэффициентом $k_R=2-3$, входящим в соотношение $R=k_R R_{Om}$, где R_{Om} — омическое сопротивление. Более физической представляется параметризация потерь коэффициентом F в соотношении

$$R(t) = (1-F) \frac{dL}{dt}, \quad (5)$$

выражающим факт пропорциональности потерь магнитного потока, напряженности магнитного поля, в свою очередь пропорциональной величине тока. Подстановка (5) в (2-4) приводит к простым соотношениям:

$$i(t) = i(0) \left(\frac{L(0)}{L(t)}\right)^F, \quad \lambda = \left(\frac{L(0)}{L(t)}\right)^{F-1},$$

$$E_f = \left(\frac{L(0)}{L(t)}\right)^{2F-1} E_0, \quad (6)$$

последнее из которых позволяет заключить, что превышение конечной энергии МКГ над начальной имеет место при $F > 0,5$. При всей важности учета потерь магнитного потока следует отметить, что в хорошо сконструированных МКГ вы-

полняется соотношение $F \geq 0,8$ и вклад уменьшения индуктивности в рост тока (2) во много раз превышает коэффициент его ослабления, связанный с потерями потока.

Важнейшим фактором, ограничивающим наращивание параметров МКГ, является возможность электрического пробоя, источником которой является ЭДС, возникающая при движении расширяющегося лайнера в магнитном поле МКГ. ЭДС неоднородно распределена по длине расширяющейся части лайнера и создает напряжение между лайнером и обмоткой, а также напряжение между соседними витками обмотки. Для устранения возможности пробоя между лайнером и обмоткой напряжение между ними должны быть меньше напряжения пробоя газов, содержащихся между лайнером и обмоткой. По этой причине нами была разработана модель генерации ЭДС и проведено соответствующее компьютерное моделирование [6].

3 Конструкция МКГ

Для проверки основных положений теории были разработаны и изготовлены несколько моделей спирального МКГ, основными составными элементами которого являются (см. рис. 1):

1. Индуктор — бескаркасная катушка индуктивности, выполненная из высоковольтного провода, заключенную в стеклопластиковый корпус.
2. Лайнер — цилиндрическая медная оболочка, заполненная взрывчаткой

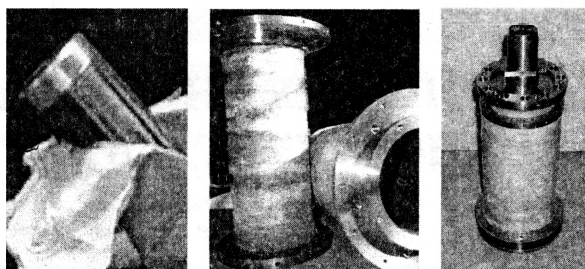


Рис. 1 Лайнер и индукторы

Было испытано 3 типа ВМГ с индуктором с переменным шагом намотки. Проведенные эксперименты подтвердил предварительные расчеты. Полученные экспериментальные данные представляют собой временную зависимость производной тока (рис. 2) и напряжения на нагрузке (рис. 3).

Заключение

В результате проведенных исследований были разработаны теоретические модели для описания процессов, происходящих в МКГ, проведено численное моделирование и выполнены эксперименты. Было получено удовлетворительное согласие теоретических и экспериментальных результатов.

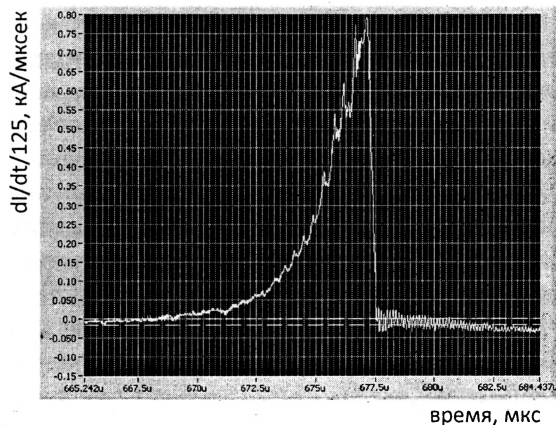
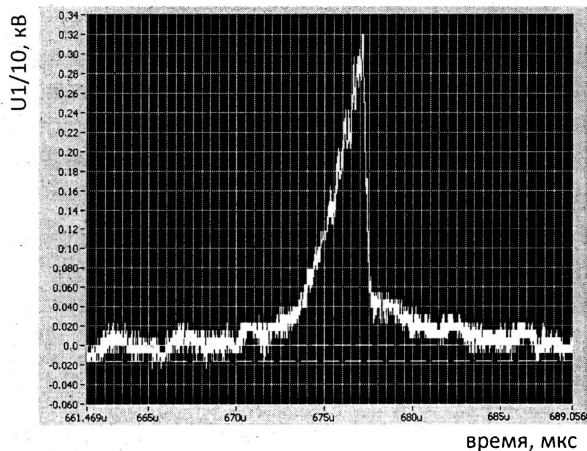


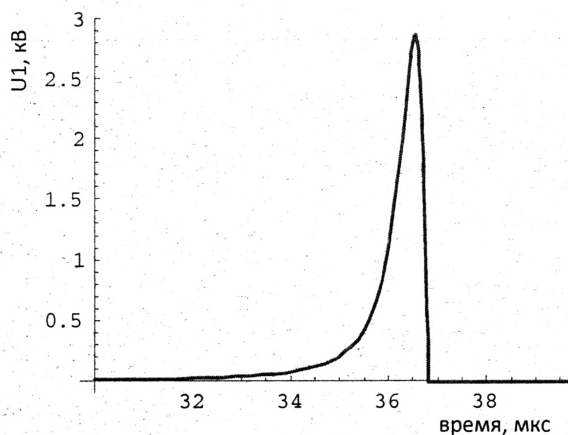
Рис. 2. Зарегистрированный импульс производной тока (амплитуда производной тока достигает 100 кА/мксек)

Литература

1. Сахаров А.Д. Взрывомагнитные генераторы // УФН. 1966. Т. 88, №. 4. С. 725(-)734.
2. Взрывные генераторы мощных импульсов электрического тока // Под. Ред. В. Е. Фортова. М.: Наука 2002.
3. Megagauss technology and Pulse power applications. // Proc. of 4 Int. conf. on Megagauss magnetic field generation. // New-York. Plenum Press. 1987.
4. Сверхсильные магнитные поля. Физика. Техника. Применение. // М. Наука. 1984.
5. Сильные и сверхсильные магнитные поля и их применения: Пер. с англ. // Под ред. Ф. Херлаха. (-) М.: Мир, 1988.
6. Молчанов П.В., Сытова С.Н., Тихомиров В.В.; Черкас С.Л. О профилировании обмотки МКГ // Тезисы 12 международной конференции по генерации мегагауссных полей (Мегагаусс 12). 2008



а



б

Рис. 3. Зарегистрированный (а) и рассчитанный (б) импульс напряжения на нагрузке

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

А.П. Мельников, УП «Институт БЕЛНИИЛИТ»

Отливки составляют значительную долю по массе и трудоемкости изготовления любого вида продукции машиностроения. На литые заготовки в общем объеме производства автомобилестроения приходится 8...10%, тракторостроения — 15...18%, сельхозмашиностроения — 15...20%, двигателей станкостроения — 70...80%. От качества отливок, их точности и экономичности в итоге зависит и качество конечной продукции — двигателей, станков, автомобилей. Как показывает мировой опыт, совершенствование изделий машиностроения невозможно без существенного повышения сложности, качества, эксплуатационных свойств, точности и уменьшения толщины

стенок литых заготовок. За последние 30 лет в зарубежном машиностроении допуски и припуски на отливки были снижены в 1,5...2,0 раза, металлоемкость продукции уменьшена на 10...20%.

В общем случае производство отливок можно представить как ряд последовательных технологических процессов:

- изготовление модельной и стержневой оснастки;
- приготовление формовочных и стержневых смесей;
- изготовление литейных форм и стержней, их сборка;
- приготовление расплава;
- заливка форм расплавом;